

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 38 279.4

**Anmeldetag:** 21. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Schieberegisterkette zur Trimmung von Generatoren  
einer integrierten Halbleitervorrichtung

**IPC:** G 11 C 11/4074

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 12. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Remus", is written over a stylized, decorative flourish.

Remus

**"Schieberegisterkette zur Trimmung von Generatoren einer integrierten Halbleitervorrichtung"**

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft eine integrierte Halbleitervorrichtung mit trimmbaren Generatoren gemäß Anspruch 1.

Integrierte Halbleitervorrichtungen weisen typischerweise  
5 eine Vielzahl von Generatoren auf, welche auf dem Chip "on-  
chip" integriert sind. Derartige Generatoren können  
beispielsweise zur Erzeugung einer internen  
Versorgungsspannung ausgelegt sein, welche intern im Chip,  
d.h. in der integrierten Halbleitervorrichtung, Verwendung  
10 findet. Insbesondere bei Halbleiterspeichern, beispielsweise  
DRAMs, werden "on-chip" Spannungen durch Spannungsgeneratoren  
erzeugt, welche in dem Speicher benötigt werden. Da die  
Anforderungen, welche an die Erzeugung derartiger interner  
Spannungsversorgungen an die Generatoren gestellt werden  
15 (minimale Abweichungen der ausgegebenen Ist-Spannung von  
einer gewünschten Soll-Spannung) ständig steigen, müssen  
derartige Generatorsignale "getrimmt" werden. Bei der  
Trimmung wird das Generatorsignal, d.h. das Ausgangssignal  
eines Generators, durch Trimmdaten möglichst nahe an ein  
gewünschtes Referenz- bzw. Sollsignal angeglichen. Eine  
Trimmung ist insbesondere dadurch notwendig, daß die  
Bauelemente, aus welchen derartige Generatoren aufgebaut  
sind, Parameterschwankungen unterliegen, welche auf  
Prozeßschwankungen des Herstellungsprozesses (beispielsweise  
20 des CMOS-Prozesses) zurückzuführen sind.  
25

Bereits auf dem sogenannten "wafer-level" werden daher die  
Generatoren, welche getrimmt werden müssen, zur Festlegung  
der zur Trimmung notwendigen Trimmdaten vermessen. Die  
30 festgestellten Trimmdaten werden nachfolgend in einem nicht-

flüchtigen Speicher abgelegt, welcher in einer Fuseblockeinrichtung untergebracht ist. Die Fuseblockeinrichtung enthält eine Vielzahl von nichtflüchtigen, programmierbaren Sicherungen ("fuses"), in welchen die Trimmdaten nichtflüchtig gespeichert werden können. Zur Übertragung der Trimmdaten von der Fuseblockeinrichtung zu den Generatoren, welche an unterschiedlichen Stellen im Chip verteilt sein können, müssen Leitungen vorgesehen werden, welche zum Teil quer durch den Chip verdrahtet werden müssen. Moderne DRAM-Speicher weisen eine große Anzahl von quer durch den Chip verlaufenden Trimmsignalen auf, welche zur gesamten Chipbreite beitragen.

Angesichts der obigen Nachteile ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine integrierte Halbleitervorrichtung mit trimmbaren Generatoren anzugeben, bei welcher die Übertragung der Trimmsignale das Chiplayout nicht signifikant verkompliziert.

Diese Aufgabe wird durch eine integrierte Halbleitervorrichtung mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Erfindungsgemäß umfaßt eine integrierte Halbleitervorrichtung

- eine Vielzahl von Generatoren zur Erzeugung vorbestimmter Generatorsignale, wobei jeder der Generatoren eine Trimmeinheit mit einem Trimmsignaleingang zum Empfangen digitaler Trimmdaten aufweist und die Trimmeinheit zu einer Trimmung der erzeugten Generatorsignale in Abhängigkeit von den Trimmdaten ausgelegt ist;
- zumindest einer Fuseblockeinrichtung mit
  - einer Vielzahl von Sicherungen, welche zur nicht-flüchtigen Speicherung der Trimmdaten zur Trimmung der Vielzahl der Generatoren ausgelegt sind,

-- einem Parallel-Seriell-Wandler, welcher mit den Sicherungen und einem Taktgeber in Signalverbindung steht und ausgelegt ist, die Trimmdaten aus den Sicherungen parallel auszulesen und im Takt des Taktgebers seriell über einen Fuseblocktrimmausgang der Fuseblockeinrichtung auszugeben;

wobei

- jeder der Generatoren einen Trimmsignalausgang und eine Vielzahl von Speicher-Flip-Flops aufweist, welche den Trimmsignaleingang des Generators mit dessen Trimmsignalausgang verbinden, und
- die Speicher-Flip-Flops der Trimmeinheiten mit dem Fuseblocktrimmausgang in Form einer Schieberegisterkette zur seriellen Übertragung der Trimmdaten von der Fuseblockeinrichtung zu den Generatoren verbunden sind.

Erfindungsgemäß kommt somit eine Schieberegisterkette zur seriellen Übertragung der Trimmdaten von der Fuseblockeinrichtung zu den einzelnen Generatoren zum Einsatz. Auf eine parallele Leitungsführung einer Vielzahl von Trimmleitungen quer durch den Chip kann somit verzichtet werden. Vorzugsweise ist lediglich eine einzige Trimmdatenleitung vorhanden, welche von dem Fuseblocktrimmausgang die Vielzahl der Generatoren kettenförmig durchläuft. Zu diesem Zweck weisen die Trimmeinheiten der Generatoren Speicher-Flip-Flops auf, welche zwischen einem Trimmsignaleingang und einem Trimmsignalausgang der Trimmeinheiten angeordnet sind. Die in den Sicherungen der Fuseblockeinrichtung abgelegten Trimmdaten werden durch den Parallel-Seriell-Wandler ausgelesen und in einen seriellen Datenstrom im Takt des Taktgebers über den Fuseblocktrimmausgang ausgegeben. Nach einer vorbestimmten Anzahl von Schiebezyklen der Schieberegisterkette stehen die korrekten Trimmdaten für die Trimmeinheiten der einzelnen Generatoren bereit, so daß eine ordnungsgemäße Trimmung der Generatorsignale erfolgen kann.

Die Generatorsignale sind vorzugsweise "on-chip" erzeugte und benötigte Signale, welche vom Generator über einen Generatorausgang ausgegeben werden. Unter der Trimmung dieser  
5 Signale ist eine Anpassung der (ungetrimmten) Ist-Spannung zu einer gewünschten (getrimmten) Soll-Spannung zu verstehen.  
Der am Ende der Schieberegisterkette vorgesehene letzte Generator braucht nicht notwendigerweise einen Trimmsignalausgang aufzuweisen, da er nicht mit einem  
10 weiteren Generator verbunden werden muß.

Vorzugsweise ist der Trimmsignaleingang von einem der Generatoren mit dem Fuseblocktrimmausgang und die Trimmsignaleingänge der übrigen Generatoren jeweils mit genau  
15 einem der Trimmsignal ausgänge kettenförmig verbunden.  
Vorzugsweise weist jede Trimmseinheit genau einen Trimmsignaleingang auf. Ein Trimmsignaleingang von einem der Generatoren ist mit dem Fuseblocktrimmausgang verbunden. Der Trimmsignal ausgang dieses Generators ist mit einem  
20 signalabwärts angeordneten Trimmsignaleingang des nächsten Generators verbunden, so daß die Generatoren kettenförmig mit der Fuseblockeinrichtung verbunden sind.

Vorzugsweise sind die Generatoren Spannungsgeneratoren und  
25 die Generatorsignale Ausgabespannungen, wobei die Trimmseinheiten zu einer Trimmung der Ausgabespannung in Abhängigkeit von den Trimmdaten ausgelegt sind. Bei den Generatoren kann es sich beispielsweise um sogenannte Ladungspumpen ("charge pumps") handeln, welche im Chip benötigte Versorgungsspannungen durch "Pumpen" extern  
30 angelegter Spannungen erzeugen. Derartige Spannungsgeneratoren geben als Generatorsignale Ausgabespannungen aus, welchen strengen Spezifikationen genügen müssen. Bei der Trimmung derartiger Ausgabespannungen  
35 werden digitale (binäre) Trimmdaten den Trimmseinheiten derartiger Spannungsgeneratoren zugeführt, welche beispielsweise mittels einer in den Trimmseinheiten

hinterlegten Tabelle die binären Trimmdaten einer vorbestimmten Spannungskorrektur zuordnen können.

Alternativ sind die Generatoren Delaygeneratoren und die  
5 Generatorsignale sind gegenüber einem Referenzsignal zeitverzögerte Signale, wobei die Trimmeinheiten zu einer Trimmung der Zeitverzögerung des zeitverzögerten Signals in Abhängigkeit von den Trimmdaten ausgelegt sind.

Beispielsweise handelt es sich bei dem Referenzsignal um ein  
10 Takt- bzw. Clocksignal und bei dem zeitverzögerten Signal um ein Generatorsignal, welches gegenüber diesem Taktsignal in bestimmter Weise zeitverzögert ist. Die Größe bzw. der Betrag der Zeitverzögerung des zeitverzögerten Signals gegenüber dem Referenzsignal muß für zahlreiche Anwendungen ebenfalls  
15 strengen Spezifikationen genügen, so daß es mittels einer Trimmeinheit getrimmt werden muß. Die Größe der Zeitverzögerung ist über binäre Trimmdaten, welche der Trimmeinheit zugeführt werden, mittels einer in der Trimmeinheit hinterlegten Tabelle einstellbar. Das  
20 Referenzsignal wird hierzu in den Generator eingespeist.

Vorzugsweise weist die Fuseblockeinrichtung einen  
Fuseblocktaktausgang zur Ausgabe des Takts des Taktgebers auf und der Fuseblocktaktausgang steht mit Takteingängen der  
Generatoren in Signalverbindung. Dies ermöglicht eine besondere einfache Ausführung eines Schieberegisters mit  
5 Zeitmultiplexing. Der Takt, mit welchem die einzelnen binären Trimmdaten jeweils um einen Speicher-Flip-Flop in der Schieberegisterkette weitergeschoben werden, wird den  
30 Trimmeinheiten bei dieser Ausführungsform durch eine separate Taktleitung zugeführt.

Alternativ zu der soeben beschriebenen gesonderten Übergabe des Taktsignals von der Fuseblockeinrichtung zu den  
35 Generatoren kann der Parallel-Seriell-Wandler zu einer pulsbreitenmodulierten Ausgabe der Trimmdaten ausgelegt sein. Der serielle Datenstrom, welcher von dem Parallel-Seriell-

Wandler über den Fuseblocktrimmausgang ausgegeben wird, ist somit pulsbreitenmoduliert (pulsdauermoduliert). Bei der Pulsdauermodulation werden die zu übermittelnden binären Daten über das Tastverhältnis der Zeitdauern zwischen einem hohen Spannungswert ("high") und einem niedrigen Spannungswert ("low") bei konstanter Pulsperiodendauer kodiert. Somit kann in bekannter Weise aus dem pulsdauermodulierten Signal das Taktsignal abgeleitet werden, so daß es nicht gesondert an die Trimmeinheiten übertragen werden muß. Dies ermöglicht eine nochmalige Verringerung des Verdrahtungsaufwandes zwischen der Fuseblockeinrichtung und den einzelnen Generatoren, da vorzugsweise lediglich eine einzige Trimmleitung (Datenleitung) zur Übertragung der Trimmssignale vorgesehen sein muß.

15

Vorzugsweise sind die Sicherungen der Fuseblockeinrichtung elektrisch oder Laser-programmierbar.

Bevorzugt ist die integrierte Halbleitervorrichtung ein integrierter Halbleiterspeicher, insbesondere ein DRAM-Speicher.

Gleichermaßen kann die Erfindung auch bei integrierten Logikschaltungen Verwendung finden, beispielsweise bei

35 Prozessoren.

Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf eine begleitende Zeichnung einer bevorzugten Ausführungsform beispielhaft beschrieben. Es zeigt:

30

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer integrierten Halbleitervorrichtung mit einer Schieberegisterkette zum Generatortrimming.

35

In Fig. 1 sind in einem stark vereinfachten Blockschaltbild eine Fuseblockeinrichtung 10 sowie Generatoren G\_A, G\_B, ...,

G\_X dargestellt. Die Fuseblockeinrichtung 10 weist eine Vielzahl von Sicherungen 12 auf, welche in Fig. 1 in Form eines Sicherungskastens angedeutet sind. Die Vielzahl der Sicherungen 12 sind parallel mit einem Paralleleingang 14\_D eines Parallel-Seriell-Wandlers 14 verbunden. Der Parallel-Seriell-Wandler 14 empfängt ein Taktsignal CLK von einem Taktgeber 16, welcher ebenfalls in der Fuseblockeinrichtung 10 angeordnet ist. Der Parallel-Seriell-Wandler 14 wird durch eine Steuerungeinrichtung 18 angesteuert, welche 10 Steuerungseingänge 20 aufweist, die beispielsweise Start und Ende eines Trimzyklusses signalisieren. Der Parallel-Seriell-Wandler 14 lädt die in den Sicherungen 12 abgelegten Trimmdaten über seinen Eingang 14\_D und wandelt diese in einen seriellen binären Trimmdatenstrom mit dem Takt CLK des Taktgebers 16. Das serielle Trimmdatensignal TRM wird über den Fuseblocktrimmausgang 14\_Q aus der Fuseblockeinrichtung 10 ausgegeben.

Die Generatoren G\_A, G\_B, ..., G\_X sind mit dem 20 Fuseblocktrimmausgang 14\_Q in Form einer Schieberegisterkette verbunden. Ein Schieberegister ist eine Kette aus Speicher-Flip-Flops, welche es ermöglichen, eine am Eingang angelegte Information mit jedem Takt um einen Speicher-Flip-Flop weiterzuschieben. Nach dem Durchlaufen der Kette steht die 25 Information am Ausgang verzögert, aber sonst unverändert zur Verfügung. In diesem Zusammenhang wird auf die Beschreibung von Schieberegistern in "Halbleiter-Schaltungstechnik" von U. Titze und Ch. Schenk, 12. Auflage, Springer-Verlag, Kapitel 9.5 verwiesen, dessen Erläuterungen hinsichtlich 30 Schieberegistern integraler Bestandteil der vorliegenden Anmeldung ist. Über eine einzige Trimmleitung ist der Fuseblocktrimmausgang 14\_Q mit einem Trimmssignaleingang 22\_A des Generators G\_A verbunden. Innerhalb des Generators G\_A befindet sich eine nicht näher dargestellte Trimmeinheit, 35 welche ein m-Bit-Schieberegister mit den Trimmssignalen TRM<0>, TRM<1>, ..., TRM<m> aufweist. Das m-Bit-Schieberegister des Generators G\_A (sowie der übrigen

Generatoren) ist in dem Inset in Fig. 1 vergrößert in Teilansicht dargestellt.

Das serielle Trimmsignal TRM liegt an einem Eingangsanschluß  
5 D eines Speicher-Flip-Flops 24 an. Ferner wird dem Speicher-  
Flip-Flop 24 der Takt CLK des Taktgebers 16 extern über einen  
Takteingang 26\_A des Generators G\_A zugeführt. Der Generator  
G\_A weist ferner einen Trimmsignalausgang 28\_A auf, welcher  
mit dem Trimmsignaleingang 22\_B des Generators G\_B verbunden  
10 ist. Die in dem Generator G\_B vorgesehene  
Schieberegisterkette weist n-Bit auf. Der Trimmausgang 28\_B  
des Generators G\_B ist mit dem Trimmsignaleingang 22\_X des  
nächsten (nicht näher dargestellten) Generators verbunden.  
15 Auf diese Weise wird die Schieberegisterkette bis zu dem  
Generator G\_X fortgesetzt, welcher den letzten Generator in  
der Schieberegisterkette bildet und nicht notwendigerweise  
einen Trimmsignalausgang 28\_X aufzuweisen braucht.

Im Zyklus des Taktes CLK des Taktgeber 16 wird im Betrieb das  
20 binäre, serielle Trimmsignal TRM taktweise durch die  
Speicher-Flip-Flops 24 durch sämtliche Generatoren G\_A, G\_B,  
..., G\_X durchgeschoben. Nach einer Anzahl von Takten, welche  
der Gesamtanzahl von Speicher-Flip-Flops 24 sämtlicher  
Generatoren entspricht, liegt an dem letzten Datenausgang  
25 TRM<0> des letzten Generators G\_X das zuerst ausgegebene  
Trimmsignalbit an, so daß sämtliche Trimmsignale  
ordnungsgemäß in die Trimmeinheiten übertragen wurden.

Da die Übertragungsrate bzw. der Takt CLK typischerweise  
30 einige 10 MHz betragen wird, die Zeitkonstanten für  
Änderungen der Generatorsignale jedoch einige Mikrosekunden  
betragen, können die Generatoren während der einmaligen  
Übertragung der Trimmdaten beim "Hochfahren" des Chips nicht  
folgen. Erst nach erfolgreicher Übertragung der Trimmdaten  
35 werden ordnungsgemäß getrimmte Generatorsignale ausgegeben.

Während bei herkömmlichen Trimmkonzepten typischerweise 40 bis 50 Trimmsignale quer durch den Chip zu routen sind (jede Trimmeinheit hat typischerweise 3 bis 6 binäre Eingänge und typischerweise sind 10 Generatoren in jedem Speicherchip vorhanden), ermöglicht das Generatortrimmung mit der Schieberegisterkette eine wesentliche Designvereinfachung.

#### Bezugszeichenliste

10

|    |  |
|----|--|
| 10 | Fuseblockeinrichtung                     |
| 12 | Sicherungen (fuses)                      |
| 14 | Parallel-Seriell-Wandler                 |
| 16 | Taktgeber                                |
| 15 | 18 Steuerungseinrichtung                 |
|    | 20 Steuerungseingänge                    |
|    | 22_A Trimmsignaleingang des Generators A |
|    | 22_B Trimmsignaleingang des Generators B |
|    | 22_X Trimmsignaleingang des Generators X |
| 20 | 24 Speicher-Flip-Flop                    |
|    | 26_A Takteingang des Generators A        |
|    | 26_B Takteingang des Generators B        |
|    | 26_X Takteingang des Generators X        |
|    | 28_A Trimsignalausgang des Generators A  |
| 35 | 28_B Trimsignalausgang des Generators B  |
|    | 28_X Trimsignalausgang des Generators X  |
|    | CLK Taktsignal                           |
|    | G_A Generator A                          |
| 30 | G_B Generator B                          |
|    | G_X Generator X                          |
|    | TRM Trimmsignal                          |
|    | TRM<i> Trimmdaten                        |

### Ansprüche

1. Integrierte Halbleitervorrichtung mit
  - einer Vielzahl von Generatoren (G\_A, G\_B, G\_X) zur Erzeugung vorbestimmter Generatorsignale, wobei jeder der Generatoren (G\_A, G\_B, G\_X) eine Trimmeinheit mit einem Trimmsignaleingang (22\_A, 22\_B, 22\_X) zum Empfangen digitaler Trimmdaten (TRM<i>) aufweist und die Trimmeinheit zu einer Trimmung der erzeugten Generatorsignale in Abhängigkeit von den Trimmdaten (TRM<i>) ausgelegt ist;
  - zumindest einer Fuseblockeinrichtung (10) mit
    - einer Vielzahl von Sicherungen (12), welche zur nichtflüchtigen Speicherung der Trimmdaten (TRM<i>) zur Trimmung der Vielzahl der Generatoren (G\_A, G\_B, G\_X) ausgelegt sind,
    - einem Parallel-Seriell-Wandler (14), welcher mit den Sicherungen (12) und einem Taktgeber (16) in Signalverbindung steht und ausgelegt ist, die Trimmdaten (TRM<i>) aus den Sicherungen (12) parallel auszulesen und im Takt (CLK) des Taktgebers (16) seriell über einen Fuseblocktrimmausgang (14\_Q) der Fuseblockeinrichtung (14) auszugeben;

wobei

- jeder der Generatoren (G\_A, G\_B, G\_X) einen Trimmsignalausgang (28\_A, 28\_B, 28\_X) und eine Vielzahl von Speicher-Flip-Flops (24) aufweist, welche den Trimmsignaleingang (22\_A, 22\_B, 22\_X) des Generators (G\_A, G\_B, G\_X) mit dessen Trimmsignalausgang (28\_A, 28\_B, 28\_X) verbinden, und
- die Speicher-Flip-Flops (24) der Trimmeinheiten mit dem Fuseblocktrimmausgang (14\_Q) in Form einer Schieberegisterkette zur seriellen Übertragung der Trimmdaten (TRM<i>) von der Fuseblockeinrichtung (10) zu

den Generatoren ( $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_X$ ) verbunden sind.

2. Integrierte Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Trimmsignaleingang ( $22_A$ ) von einem der Generatoren ( $G_A$ ) mit dem Fuseblocktrimmausgang ( $14_Q$ ) und die Trimmsignaleingänge ( $22_B$ ,  $22_X$ ) der übrigen Generatoren ( $G_B$ ,  $G_X$ ) jeweils mit genau einem der Trimmsignalausgänge ( $28_A$ ,  $28_B$ ) kettenförmig verbunden sind.

10 3. Integrierte Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Generatoren ( $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_X$ ) Spannungsgeneratoren und die Generatorsignale Ausgabespannungen sind und die Trimmeinheiten zu einer Trimmung der Ausgabespannung in Abhängigkeit von den Trimmdaten ( $TRM< i >$ ) ausgelegt sind.

15 4. Integrierte Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Generatoren ( $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_X$ ) Delaygeneratoren und die Generatorsignale gegenüber einem Referenzsignal zeitverzögerte Signale sind und die Trimmeinheiten zu einer Trimmung der Zeitverzögerung des zeitverzögerten Signals in Abhängigkeit von den Trimmdaten ( $TRM< i >$ ) ausgelegt sind.

20 5. Integrierte Halbleitervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Fuseblockeinrichtung (10) einen Fuseblocktaktausgang zur Ausgabe des Takts (CLK) des Taktgebers (16) aufweist und der Fuseblocktaktausgang mit Takteingängen ( $26_A$ ,  $26_B$ ,  $26_X$ ) der Generatoren ( $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_X$ ) in Signalverbindung steht.

25 30 6. Integrierte Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Parallel-Seriell-Wandler (14) zu einer pulsbreitenmodulierten Ausgabe der Trimmdaten ( $TRM< i >$ ) ausgelegt ist.

35 7. Integrierte Halbleitervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Sicherungen (12) elektrisch oder Laser-programmierbar sind.

8. Integrierte Halbleitervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Halbleitervorrichtung ein integrierter Halbleiterspeicher ist.

5

9. Integrierte Halbleitervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Halbleitervorrichtung eine integrierte Logikschaltung ist.

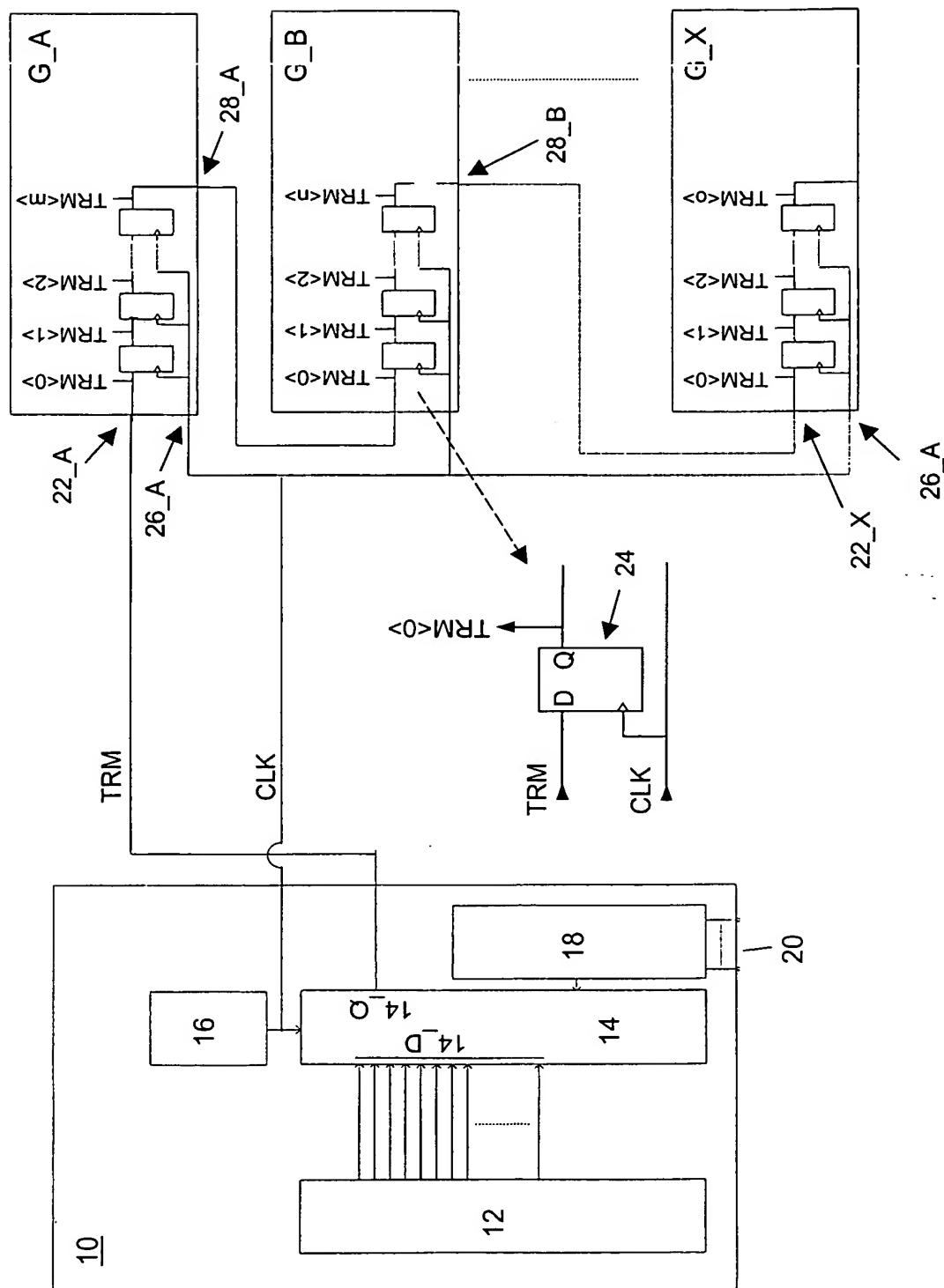
10

15

**Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine integrierte Halbleitervorrichtung mit trimmbaren Generatoren (G\_A, G\_B, G\_X). Die Trimmdaten (TRM*<i>*), welche in einer Fuseblockeinrichtung (10) gespeichert sind, werden in Form einer Schieberegisterkette 5 seriell von der Fuseblockeinrichtung (10) zu Trimmeinheiten der Generatoren (G\_A, G\_B, G\_X) übertragen.

) (Fig. 1)

**Fig. 1**